

BEST AVAILABLE COPY

KOREAN PATENT ABSTRACT (KR)

PUBLICATION

(51) IPC Code: G11B 7/12

(11) Publication No.: P2000-0046141

(43) Publication Date: 25 July 2000

(21) Application No.: 10-1998-0062818

(22) Application Date: 31 December 1998

(71) Applicant:

LG Electronics Co., Ltd.

20 Yoeudo-dong, Yungdeungpo-gu, Seoul, Korea

(72) Inventor:

PARK, JEONG WOO

(54) Title of the Invention:

Near Field Optical Head and Method Manufacturing the Same

Abstract:

A near field optical head for read-only or rewritable optical discs having a high density and a method for manufacturing the same. After forming a large hole having a magnitude of about 1-2 μm in a substrate, a metal reflective layer is formed on the substrate. A small hole having a magnitude of about 60 nm, which is smaller than the magnitude of a laser wavelength, is pierced in the metal reflective layer in order to use it as an aperture. As a result, a portion sensing a near field, i.e., a magnitude of light less than the laser wavelength, is shortened so that the near field can be maintained across a long distance, thereby increasing near-field generation efficiency over 1000 times. In addition, by forming a third-order nonlinear layer on the metal reflective layer and using the self-focusing effect of the third-order nonlinear layer, a laser beam can be focused so as to increase near-field generation efficiency. In other words, due to the self-focusing effect, a laser beam focused with a magnitude of about its wavelength is re-focused in the aperture, so throughput of a near field is increased.

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶ (11) 공개번호 특2000-0046141
G11B 7/12 (43) 공개일자 2000년 07월 25일

(21) 출원번호 10-1998-0062818
(22) 출원일자 1998년 12월 31일
(71) 출원인 엘지전자 주식회사 구자홍
서울특별시 영등포구 여의도동 20번지
(72) 발명자 박정우
서울특별시 강남구 삼성2동 127-4
(74) 대리인 김용인, 심창섭

심사청구 : 있음

(54) 근접장 광학 헤드 및 그 제조방법

요약

재생 전용 또는 재기록가능 광디스크에서 고밀도용 광디스크를 위한 근접장 광학 헤드 및 그 제조방법에 관한 것으로, 기판에 먼저 약 1 ~ 2 μ m 크기의 비교적 큰 구멍을 만든 후, 그 위에 성막된 금속 반사막에 레이저 파장 크기 이하의 작은 구멍을 약 60nm 정도로 뚫어 어퍼ਚ(aperture)로 이용함으로써, 결과적으로 근접장, 즉 파장 이하의 크기를 느끼는 부분이 좁아져서 근접장이 어퍼ਚ로부터 더 먼거리까지 유지되기 때문에 근접장 발생 효율이 약 1000배 이상 좋아지는 효과가 있다. 본 발명의 다른 효과는 이 금속 반사막 위에 3차 비선형 막을 성막하여 3차 비선형의 셀프-포커싱(self-focusing) 효과를 이용함으로써, 레이저/빔을 집속하여 근접장 발생 효율을 높이는 것이다. 즉, 셀프-포커싱 효과에 의해서 대략 파장 크기로 집속된 레이저 빔이 다시 집속되며 결과적으로 어퍼ਚ에 집속되기 때문에 근접장 발생량(throughput)을 향상시키게 된다.

도면도

도2

영세서

도면의 간단한 설명

도 1a 및 도 1b는 종래의 근접장 광학 헤드를 보여주는 평면도 및 단면도
도 2는 본 발명 제 1 실시예에 따른 근접장 광학 헤드를 보여주는 구조단면도
도 3a 내지 3f는 본 발명 제 1 실시예에 따른 근접장 광학 헤드의 제조 공정을 보여주는 공정단면도
도 4는 본 발명 제 2 실시예에 따른 근접장 광학 헤드를 보여주는 구조단면도
도 5a 내지 5g는 본 발명 제 2 실시예에 따른 근접장 광학 헤드의 제조 공정을 보여주는 공정단면도
도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

11,21 : 기판 12,22 : 포토레지스트
13,23 : 반사막 24 : 3차 비선형 막

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 재생 전용 또는 재기록가능 광디스크에서 고밀도용 광디스크를 위한 근접장 광학 헤드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

CD-ROM에서 시작한 광디스크 기술은 현재 지속적으로 꾸준한 발전이 있어 왔다.

그 결과 재생 전용의 경우 4.768의 용량을 가지는 DVD-ROM이 상품화되었고 재기록가능한 DVD-RAM의 경우 2.668의 기록용량이 상품화되었으며 4.768의 기록용량을 가지게 될 차세대 버전(Version)도 곧 상품화될 것으로 보인다.

현재, 연구되는 추세도 기록밀도를 증가시키는 것이 중심이 되고 있다.

그러나, 회절 한계로 인하여 사용되는 레이저 빔 스팟(spot)의 크기를 파장 길이 이하로 줄일 수 없어서 고밀도화가 늦어지고 있다.

그러므로, 단파장의 레이저 광원을 발굴하는 연구가 진행되고 있으며 현재 블루(blue) 대역의 레이저 개발이 진행 중이다.

이러한 고밀도화를 위한 방법들 중의 하나가 근접장 광학을 이용하는 방법이다.

레이저의 광도파관 역할을 하는 광섬유(optical fiber)를 파장 이하의 크기로 줄이거나 또는 레이저가 방출되는 어퍼처(aperture)의 크기를 파장 이하의 크기로 줄이게 되면 근접거리(수십 나노미터 이하)의 거리에서는 빛이 그 크기를 유지하는 것을 이용하여 매우 작은 크기의 레이저 스팟을 만들 수 있다는 것이 근접장 광학의 이론이다.

그러나, 근접장 광학은 두 가지 문제점을 가지고 있다.

하나는 근접장이 아주 작은 영역, 즉 광섬유 팁(tip)이나 어퍼처 팁으로부터 수십 nm 이내에서만 유지된다는 것이다.

따라서, 광 헤드와 기록 매체 사이의 거리를 아주 좁은 영역에서 일정하게 유지하여야 하는 어려움이 발생한다.

다른 하나는 근접장을 보이는 광효율이 매우 낮다는 것이다.

즉, 사용된 레이저 파워에 비해 근접장을 나타내는 광의 파워는 매우 작아서 효율이 극히 떨어진다는 것이다.

그래서 대부분의 에너지가 광섬유 팁 또는 어퍼처 팁에 흡수되어 열로 변환되는 것이다.

기존의 어퍼처를 이용한 근접장 광학용 헤드의 구조는 도 1a 및 도 1b와 같다.

도 1a는 종래의 근접장 광학 헤드를 보여주는 평면도이고, 도 1b는 단면도이다.

도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이, 기존에는 실리콘 기판에 화학 에칭(chemical etching)으로 레이저 파장보다 작은 어퍼처(약 100nm) 홀(hole)을 만들었다.

이 구조에서 가장 문제가 되는 점은 근접장 발생 효율이 매우 낮다는 것이다.

즉, 입력되는 진행파(propagating wave)의 파워에 비해 근접장의 파워는 매우 작다.

근접장의 파워는 어퍼처로부터의 거리에 따라 지수 함수적으로 줄어든다고 알려져 있다.

이 경우 100nm 이하의 크기를 가지는 어퍼처 끝 부분에서 근접장이 발전하기 전에 인가되는 레이저 에너지의 대부분이 반사막에서 산란되어 열에너지로 대부분 소실되게 된다.

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이와 같은 문제들을 해결하기 위한 것으로, 새로운 구조의 광학 헤드를 이용하여 근접장 발생 효율을 높일 수 있는 근접장 광학 헤드 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 근접장 광학 헤드의 특징은 제 1 어퍼처를 갖는 기판과, 제 1 어퍼처를 포함한 기판 전면에 형성되는 반사막과, 제 1 어퍼처의 일정영역에 형성되고 제 1 어퍼처보다 상대적으로 작은 제 2 어퍼처로 구성되는데 있다.

본 발명의 다른 특징은 제 1 어퍼처가 윗면이 넓고 밑면이 좁게 형성되는데 있다.

본 발명의 또 다른 특징은 제 1 반사막상에 3차 비선형 막이 형성되는데 있다.

본 발명에 따른 근접장 광학 헤드 제조방법의 특징은 기판을 준비하는 단계와, 기판의 하부면에 기판과 에칭 성질이 다른 에칭 스톱층을 형성하는 단계와, 에칭 스톱층이 노출되도록 기판 상부면을 에칭하여 윗면이 넓고 밑면이 좁은 제 1 어퍼처를 형성하는 단계와, 제 1 어퍼처를 포함한 기판 전면에 반사막을 형성하는 단계와, 에칭 스톱층을 제거하는 단계와, 제 1 어퍼처 영역에 형성된 반사막의 일정영역에 구멍을 뚫어 제 1 어퍼처보다 상대적으로 작은 크기의 제 2 어퍼처를 형성하는 단계로 이루어지는데 있다.

본 발명의 다른 특징은 상기 반사막 형성 후, 그 위에 3차 비선형 막을 형성하는 단계를 더 포함하는데 있다.

상기와 같은 특징을 갖는 본 발명에 따른 근접장 광학 헤드 및 그 제조방법을 첨부된 도면을 참조하여 실시예별로 설명하면 다음과 같다.

제 1 실시예

도 2는 본 발명 제 1 실시예에 따른 근접장 광학 헤드를 보여주는 구조단면도로서, 도 2에 도시된 바와 같이 먼저 실리콘 기판에 약 1 ~ 2 μ m 크기의 비교적 큰 구멍을 만든 후, 그 위에 성장된 금속 반사막에 레이저 파장 크기 이하의 작은 구멍을 약 60nm 정도로 뚫어 어퍼처(aperture)로 이용한다.

이 경우, 실리콘 기판의 경사면을 따라 반사된 빛이 금속 반사막에 뚫린 어퍼처에 초점이 맞추어진다.

여기서, 금속 반사막에 뚫린 구멍은 파장보다 작은 크기의 도파관이 되고, 그 외의 부분은 파장보다 큰

크기를 가지므로 빛의 손실이 없다.

결과적으로 근접장, 즉 파장 이하의 크기를 느끼는 부분이 좁아져서 근접장이 어퍼쳐로부터 더 먼거리까지 유지된다.

따라서, 근접장 발생 효율이 약 100배 이상 좋아지는 효과가 있다.

이와 같은 구조를 갖는 근접장 광학 헤드의 제조 공정은 다음과 같다.

도 3a 내지 3f는 본 발명 제 1 실시예에 따른 근접장 광학 헤드의 제조 공정을 보여주는 공정단면도로서, 먼저 도 3a에 도시된 바와같이 실리콘 기판(11)을 준비하고, 도 3b에 도시된 바와 같이 그 실리콘 기판(11) 하부에 실리콘과 에칭 성질이 다른(실리콘에 비해 에칭이 잘 되지 않는) 폴리머 계통의 물질을 코팅한다.

여기에서는 포토레지스트(photoresist)(12)를 사용하였다.

그리고, 포토레지스트(12)를 코팅한 후, 열처리하여 포토레지스트(12)를 경화시킨다.

이어, 도 3c에 도시된 바와 같이 화학 에칭으로 실리콘 기판(11)을 에칭하여 실리콘 기판(11)에 구멍을 만든다.

이때, 구멍의 모양은 역 사다리꼴 모양을 가지는데, 경우에 따라서는 다각형, 원통형 등과 같은 다른 모양으로 형성될 수도 있다.

여기서, 그 밑변의 크기는 약 1 ~ 2 μ m 정도로 하는데, 여기서는 약 1.5 μ m로 하였다.

이 크기는 사용하는 레이저에 따라 달라지는데, 그 파장이 짧을수록 밑변의 크기도 작게 만든다.

또한, 이 크기는 반사막의 초점에 맞춰질 수 있도록 최적화한다.

그리고, 도 3d에 도시된 바와 같이 역 사다리꼴 모양의 구멍을 포함한 기판(11) 전면에 반사막(13)을 성막한다.

여기서, 반사막(13)은 높은 반사도 및 높은 열전도성을 가지는 재료로서 알루미늄, 금, 은, 동 등과 그 외의 순수 금속 또는 2가지 이상의 합금이 가능한데, 여기서는 금을 사용하였다.

이러한 재질을 가지는 반사막(13)은 스퍼터링(sputtering)이나 열 증착(thermal evaporation) 등의 방법으로 성막한다.

이어, 도 3e에 도시된 바와 같이 마세론 등의 유기 용매로 포토레지스트(12)를 제거한 다음, 역 사다리꼴의 구멍 밑변에 형성된 반사막(13)의 중심 부위에 FIB(Focused Ion Beam)로 근접장 발생용 구멍을 뚫어 근접장 광학 헤드를 제작한다.

제 2 실시예

도 4는 본 발명 제 2 실시예에 따른 근접장 광학 헤드를 보여주는 구조단면도로서, 도 4에 도시된 바와 같이 어퍼쳐를 갖는 금속 반사막 위에 3차 비선형 막을 성막하여 3차 비선형의 셀프-포커싱(self-focusing) 효과를 이용함으로써, 레이저 빔을 집속하여 근접장 발생 효율을 높이는 것이다.

도 5a 내지 5g는 본 발명 제 2 실시예에 따른 근접장 광학 헤드의 제조 공정을 보여주는 공정단면도이다.

도 5a 내지 도 5d는 본 발명 제 1 실시예의 도 4a 내지 도 4d와 제조 공정이 동일하므로 상세한 설명은 생략하기로 한다.

도 5e에 도시된 바와 같이, 반사막(23) 위에 셀프-포커싱(self-focusing)을 나타내는 3차 비선형 막(24)을 성막한다.

여기서, 사용되는 3차 비선형 물질로는 a-Si, Sb, Ge, InSb, GaAs, ZnSe, AlP 등의 칼코제나이드(chalcogenide)계 원소와 반도체 원소를 또는 이들의 합금이 가능하며, SiO₂를 매트릭스(matrix)로 하는 유리에 상기 물질을 입자 형태로 섞은 물질도 가능하다.

상기 재질을 가지는 박막은 스퍼터링, 열 증착, CVD 등 통상의 박막 성막 방법을 사용한다.

그리고, 또 다른 3차 비선형 물질로서 과포화흡수도 성질을 갖는 물질도 가능하다.

여기서, 과포화 흡수 성질은 일정 세기 이상의 빛에 대해서는 높은 투과성을 나타내는 성질로서 초해상(super resolution)효과를 나타낸다.

이어, 도 5f에 도시된 바와 같이 마세론 등의 유기 용매로 포토레지스트(12)를 제거한 다음, 도 5g에 도시된 바와 같이 역 사다리꼴의 구멍 밑변에 형성된 반사막(23)의 중심 부위만을 FIB(Focused Ion Beam)로 근접장 발생용 구멍을 뚫어 근접장 광학 헤드를 제작한다.

이 근접장 발생용 구멍은 역 사다리꼴의 중심부에 직경 약 60nm 정도로 만든다.

이 구멍의 크기는 응용 범위에 따라 50 ~ 100nm 사이에서 선택한다.

발명의 효과

본 발명에 따른 근접장 광학 헤드 및 그 제조방법에 있어서는 다음과 같은 효과가 있다.

본 발명은 기판에 먼저 약 1 ~ 2 μ m 크기의 비교적 큰 구멍을 만든 후, 그 위에 성막된 금속 반사막에 레이저 파장 크기 이하의 작은 구멍을 약 60nm 정도로 뚫어 어퍼쳐(aperture)로 이용함으로써, 결과적으

로 근접장, 즉 파장 이하의 크기를 느끼는 부분이 좁아져서 근접장이 어퍼칩로부터 더 먼거리까지 유지되기 때문에 근접장 발생 효율이 약 100배 이상 높아지는 효과가 있다.

본 발명의 다른 효과는 이 금속 반사막 위에 3차 비선형 막을 성막하여 3차 비선형의 셀프-포커싱(self-focusing) 효과를 이용함으로써, 레이저 빔을 집속하여 근접장 발생 효율을 높이는 것이다.

즉, 셀프-포커싱 효과에 의해서 대략 파장 크기로 집속된 레이저 빔이 다시 집속되어 결과적으로 어퍼칩에 집속되기 때문에 근접장 발생량(throughput)을 향상시키게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1. 제 1 어퍼칩을 갖는 기판;

상기 제 1 어퍼칩을 포함한 기판 전면에 형성되는 반사막;

상기 제 1 어퍼칩의 일정영역에 형성되고, 상기 제 1 어퍼칩보다 상대적으로 작은 제 2 어퍼칩으로 구성되는 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드.

청구항 2. 제 1 항에 있어서, 상기 제 1 어퍼칩은 윗면이 넓고 밑면이 좁게 형성되는 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드.

청구항 3. 제 1 항에 있어서, 상기 제 1 어퍼칩은 역사다리꼴, 다각형, 원뿔형 중 어느 한 모양으로 형성되는 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드.

청구항 4. 제 1 항에 있어서, 상기 제 1 어퍼칩의 밑변은 1 ~ 2mm 이고, 상기 제 2 어퍼칩은 50 ~ 100nm 인 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드.

청구항 5. 제 1 항에 있어서, 상기 반사막은 반사도 및 열전도도가 높은 금속인 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드.

청구항 6. 제 5 항에 있어서, 상기 금속은 알루미늄, 금, 은, 동, 그 외의 순수금속, 금속 합금 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드.

청구항 7. 제 1 항에 있어서, 상기 제 1 어퍼칩 밑면에 형성된 반사막은 편평하거나 또는 일정 각으로 경사진 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드.

청구항 8. 제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사막상에는 3차 비선형 막이 형성되는 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드.

청구항 9. 제 1 항에 있어서, 상기 3차 비선형 막은 a-Si, Sb, Ge, InSb, GaAs, ZnSe, AlP, 그 외의 칼코제나이드(chalcogenide)계 원소, 반도체 원소, 이들의 합금, SiO₂를 매트릭스로 하는 유리에 상기 물질을 입자 형태로 섞은 물질, 과포화흡수도 성질을 갖는 물질 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드.

청구항 10. 기판을 준비하는 단계;

상기 기판의 하부면에 상기 기판과 에칭 성질이 다른 에칭 스톱층을 형성하는 단계;

상기 에칭 스톱층이 노출되도록 기판 상부면을 에칭하여 윗면이 넓고 밑면이 좁은 제 1 어퍼칩을 형성하는 단계;

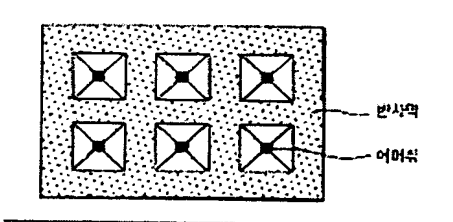
상기 제 1 어퍼칩을 포함한 기판 전면에 반사막을 형성하는 단계;

상기 에칭 스톱층을 제거하는 단계;

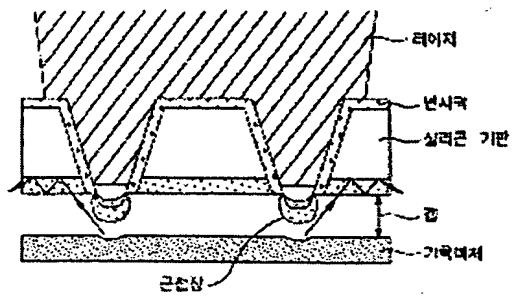
상기 제 1 어퍼칩 영역에 형성된 반사막의 일정영역에 구멍을 뚫어 제 1 어퍼칩보다 상대적으로 작은 크기의 제 2 어퍼칩을 형성하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 근접장 광학 헤드 제조방법.

도면

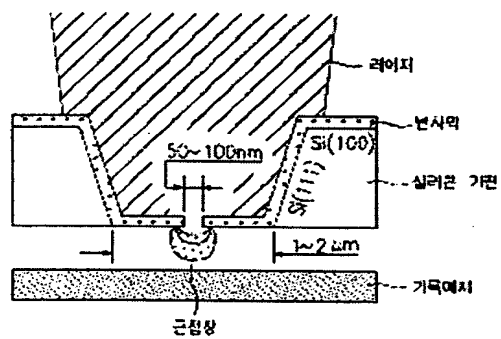
도면 1a



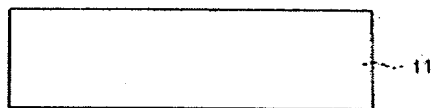
도면1b



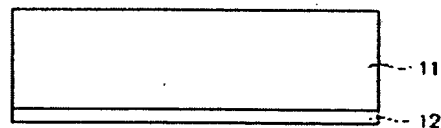
도면2



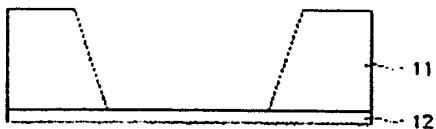
도면3a



도면3b



도면3c



583d



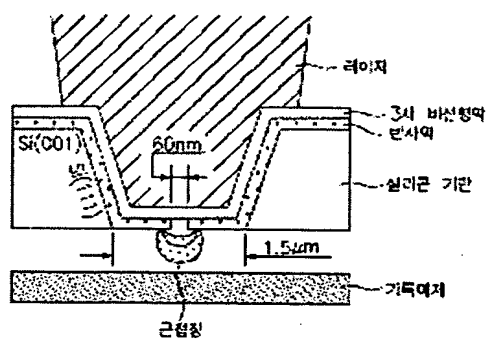
5238



5231



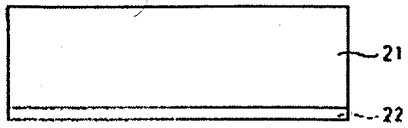
도표 4



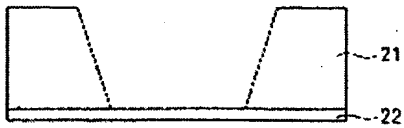
525a



도면5b



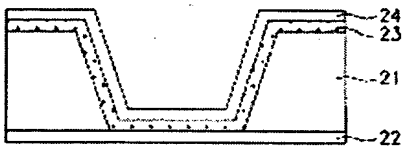
도면5c



도면5d



도면5e



도면5f



도면5g



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.